

## 明 細 書

### 非接触三次元計測方法および装置

### 技術分野

- [0001] 本発明は、ビルや塔などの各種建築物等の全体あるいは特定部位について、撮影画像により、長さ、面積または体積を、単純な装置を使用して簡単な操作で計測することのできる非接触三次元計測方法および装置に関するものである。

### 背景技術

- [0002] 物体の非接触三次元計測法として、ステレオ視に基づく三次元画像計測方法がある。該方法では、計測対象物体の写真を2枚以上撮影して、コンピュータで三角測量などの原理より、計測点の三次元座標を算出する。また、土木工事などの現場では、望遠鏡付の計測装置と紅白のだんだら棒を使用する三角測量が依然として使われている。
- [0003] 特許文献1には、姿勢方向情報が得られる装置が取り付けられたデジタルカメラを自由に回転させ、任意の2点から目標点を撮影し、該目標点の三次元位置を計測する方法が開示されている。該方法によれば、多数の目標点の三次元位置を簡単な方法で精度よく計測できる、と記載されている。

特許文献1:特開2001-336930号公報

### 発明の開示

### 発明が解決しようとする課題

- [0004] 従来の三次元画像計測方法では、計測しようとする点の三次元座標を算出するために、計測物体の写真を複数枚撮影するが、撮影するときのカメラの位置の制約や、カメラの空間位置関係が計測結果に大きく影響するため、異なる計測シーンに対して短時間に計測結果を出すことが困難である。また、従来の技術では複数の画像における計測点を同定するときの対応付けに問題があり、三次元座標の算出にかなりの時間を要し、自動計測が困難で、計測できない場合も生じた。

また上記特許文献の技術は、デジタルカメラの自由な回転機構に複雑な装置構成を必要とし、コスト高になるという問題があった。

[0005] そこで本発明が解決しようとする課題は、ビルや塔などの各種建築物等の全体あるいは特定部位について、長さ、面積または体積を、単純な装置を使用して簡単な操作で計測することのできる非接触三次元計測方法および装置を提供することである。

#### 課題を解決するための手段

[0006] 上記課題を解決するための本発明法は、上下方向複数の位置からデジタルカメラで対象物を撮影し、撮影した複数の画像における対象物上の複数の計測点の位置と前記複数の撮影点の高低差に基づいて、該複数の計測点の間の長さ、または該複数の計測点で囲まれる部位の面積または体積を求めることを特徴とする非接触三次元計測方法である。

[0007] 本発明法において、三脚の雲台にデジタルカメラを取り付け、雲台を上下移動させて複数の位置から対象物を撮影し、撮影した複数の画像と複数の撮影点の高さ情報をコンピュータに入力し、コンピュータに付属するディスプレイ上にて、前記複数の画像中の一つの画像で対象物上の複数の計測点をクリックして、コンピュータに演算を行わせることができる。

[0008] また上記課題を解決するための本発明装置は、対象物を撮影するための1台のデジタルカメラと、該カメラを上下移動させて撮影点を固定するためのカメラ上下移動固定装置と、複数の撮影点の高さ情報および撮影した複数の画像に基づいて、対象物上の複数の計測点の間の長さ、または該複数の計測点で囲まれる部位の面積または体積を求めるためのコンピュータと、該コンピュータに付属し前記画像を表示するとともに計測点をクリックして所定の演算開始を指示するためのディスプレイとで構成されることを特徴とする非接触三次元計測装置である。

本発明装置において、カメラ上下移動固定装置が、三脚と上下移動可能な雲台からなるものとすることができる。

#### 発明の効果

[0009] 本発明により、ビルや塔などの各種建築物等の全体あるいは特定部位について、長さ、面積または体積を、単純な装置を使用して簡単な操作で計測することができる。したがって装置コストが安価で、計測現場にはデジタルカメラと、上下移動可能な雲台を取り付けた三脚を設置して撮影し、画像データをコンピュータに送信して計測

値を得ることもでき、コンピュータの操作も容易である。特に高精度を要しない用途に極めて有効である。

### 発明を実施するための最良の形態

[0010] 本発明法は、まず、図1のようにデジタルカメラ1で、対象物6を上下方向複数の位置から撮影する。デジタルカメラ1は、本例のように三脚2の雲台3に取り付け、雲台3を上下移動させて撮影することができる。

次いで、撮影した複数の画像および複数の撮影点の情報をコンピュータ4に入力する。本例では、三脚2の基準面からカメラ1までの高さ $H_1$ 、 $H_n$ を、撮影点の情報としてコンピュータ4に入力する。

[0011] コンピュータ4では、対象物6上の所望の計測点について、長さ、面積、体積を求める。図1の例では、A、B、C、D各点を計測点とし、図2に示すカメラ高さ $H_1$ における画像上の計測点 $A_1$ 、 $B_1$ 、 $C_1$ 、 $D_1$ 、および図3に示すカメラ高さ $H_n$ における画像上の計測点 $A_n$ 、 $B_n$ 、 $C_n$ 、 $D_n$ に基づいて、例えばAB間の長さ、三角形ABCの面積、ABCD各点と裏側の点で囲まれる四角錐の体積を求めることができる。

[0012] このとき、コンピュータ4に付属するディスプレイ5上で、複数の画像中の一つの画像、例えば図2の画像を基準画像とし、基準画像で対象物上の所望の計測点 $A_1$ 、 $B_1$ 、 $\dots$ をクリックすることで、コンピュータ4に演算を行わせることができる。基準画像以外での計測点 $A_n$ 、 $B_n$ 、 $\dots$ は、コンピュータ4で自動的に認識するプログラムとなっている。

基準画像で計測点をクリックするとき、計測部位を任意の倍率で拡大表示することもできる。

[0013] コンピュータ4では、複数の撮影点の高さ情報( $H_1$ 、 $H_n$ )と、図2および図3のような複数の画像における対象物上の所望の各計測点( $A_1$ 、 $B_1$ 、 $\dots$ 、 $A_n$ 、 $B_n$ 、 $\dots$ )の位置に基づいて、三角測量の原理により演算し、各計測点の三次元座標を求め、得られた三次元座標から、所望の部位の長さや、面積、体積を求める。

ここで得られる計測点の三次元座標や、長さ、面積、体積は相対的な値(長さ比など)であり、カメラ1と対象物6の間の距離または対象物6の特定部位の実寸を入力することにより、絶対的な値(mなど)とすることができる。

[0014] 本発明法において、デジタルカメラ1で対象物6を撮影するとき、複数のカメラ位置でのズーム、フォーカス、シャッタースピード、感度特性、ホワイトバランスなどの撮影条件は変えない。また、カメラ位置は同一鉛直線に沿って上下移動するのが望ましく、撮影角度は一定とする。

撮影した画像は、メモリをコンピュータ4に接続してディスプレイ5に出力してもよく、コンピュータ4に送信して出力することもできる。

[0015] 基準画像、例えば図2の画像で、所望の計測点 $A_1, B_1, C_1, D_1$ をクリックすると、コンピュータ4では、各計測点を中心とする小領域を判定領域と認識する。基準画像以外の画像、例えば図3の画像では、基準画像における判定領域に対応する同サイズの小領域を自動的に選択する。そしてこの選択領域を走査し、選択領域の色ヒストグラムと基準画像における判定領域の色ヒストグラムとを比較して、類似度の最も高い選択領域の中心点を、その画像における計測点 $A_n, B_n, C_n, D_n$ とする。

[0016] 各画像の計測点 $A_1, B_1, C_1, D_1$  および点 $A_n, B_n, C_n, D_n$  と、各画像撮影時のカメラ高さ $H_1, H_n$  から、三角測量の原理により、対象物6の計測点A, B, C, Dの三次元座標を演算し、所望の長さ、面積、体積データを得る。

コンピュータ4による演算結果はディスプレイ5に表示し、さらにプリンタに出力することもできる。

[0017] 本発明装置は、上記本発明法を行うための装置であって、図1の例に示すように、1台のデジタルカメラ1と、三脚2および上下移動可能な雲台3のようなカメラ上下移動固定装置と、コンピュータ4と、コンピュータ4に付属するディスプレイ6からなる。コンピュータ4では、上記本発明法で述べた演算を行って、対象物6上の所望の計測点A, B, ...についての長さ、面積、体積を求める。

### 実施例

[0018] 図1のようにデジタルカメラ1を三脚2の雲台3に取り付け、対象物6の建物を撮影し、四角錐の屋根のA, B, C, D各点の計測を行った。デジタルカメラ1の高さは2水準とし、雲台3を鉛直方向に移動して、三脚2の基準面からのカメラ1の高さ $H_1, H_2$ で撮影した。 $H_2 - H_1 = 300\text{mm}$ 、デジタルカメラ1と対象物6の間の距離は20mであった。

[0019] カメラ高さ $H_1$ での画像(図2)を基準画像とし、ディスプレイ5上で計測点 $A_1$ ,  $B_1$ ,  $C_1$ ,  $D_1$ をクリックして、A, B, C, D各点間の長さ、三角形の面積および四角錐の体積を出力した。その結果、

長さ:  $AB=1400\text{mm}$ 、 $AC=1397\text{mm}$ 、 $AD=1401\text{mm}$

$BC=802\text{mm}$ 、 $CD=398\text{mm}$ 、

三角形の面積:  $ABC=537,247\text{mm}^2$

$ACD=275,556\text{mm}^2$

ABCD各点と裏側の点で囲まれる四角錐を正四角錐としたときの体積:

$143 \times 10^6 \text{mm}^3$

であった。

#### 図面の簡単な説明

[0020] [図1]本発明の主要構成を示す説明図である。

[図2]本発明における画像例である。

[図3]本発明における別の画像例である。

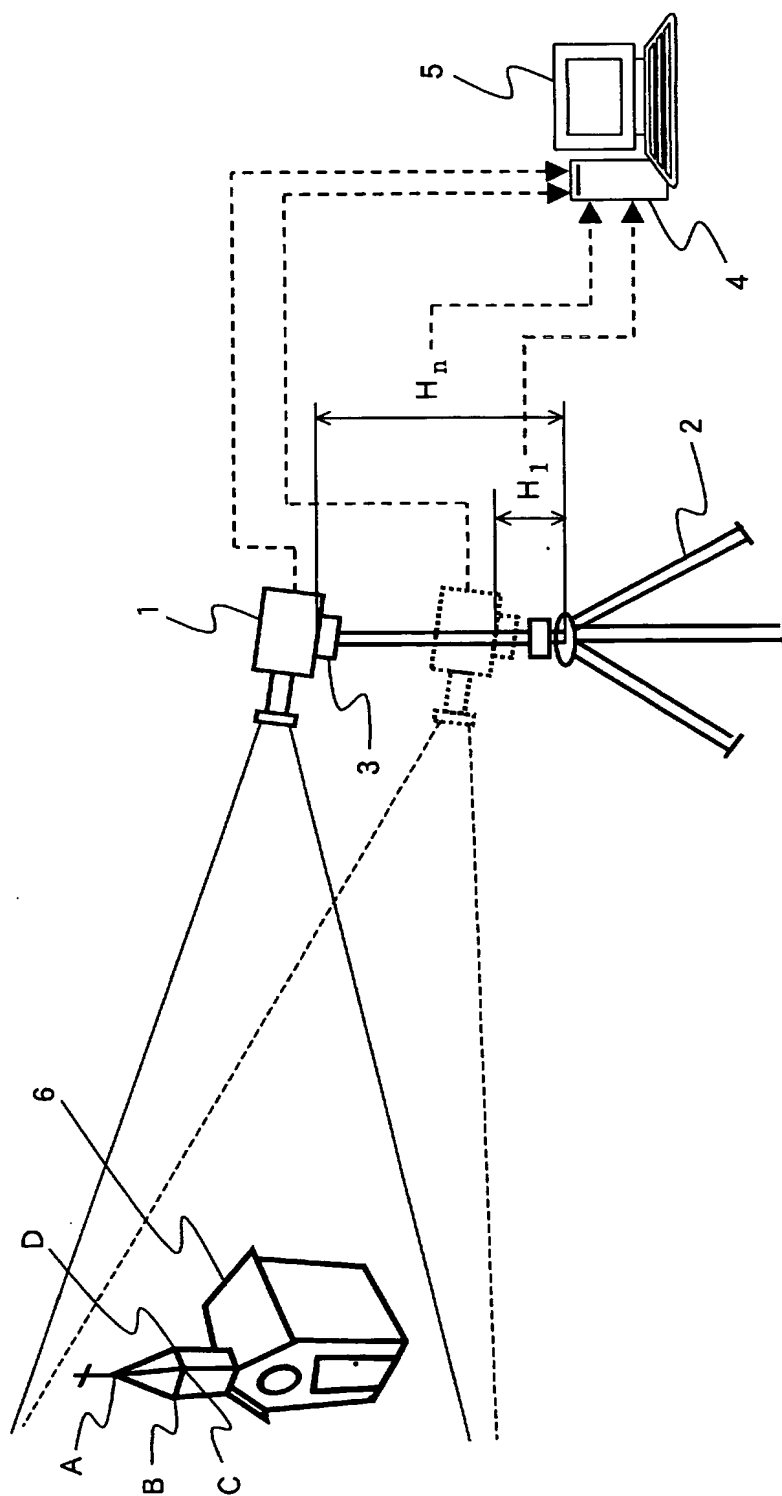
#### 符号の説明

- [0021]    1:デジタルカメラ            2:三脚  
          3:雲台                      4:コンピュータ  
          5:ディスプレイ           6:対象物  
          A, B, C, D:計測点  
          H:高さ

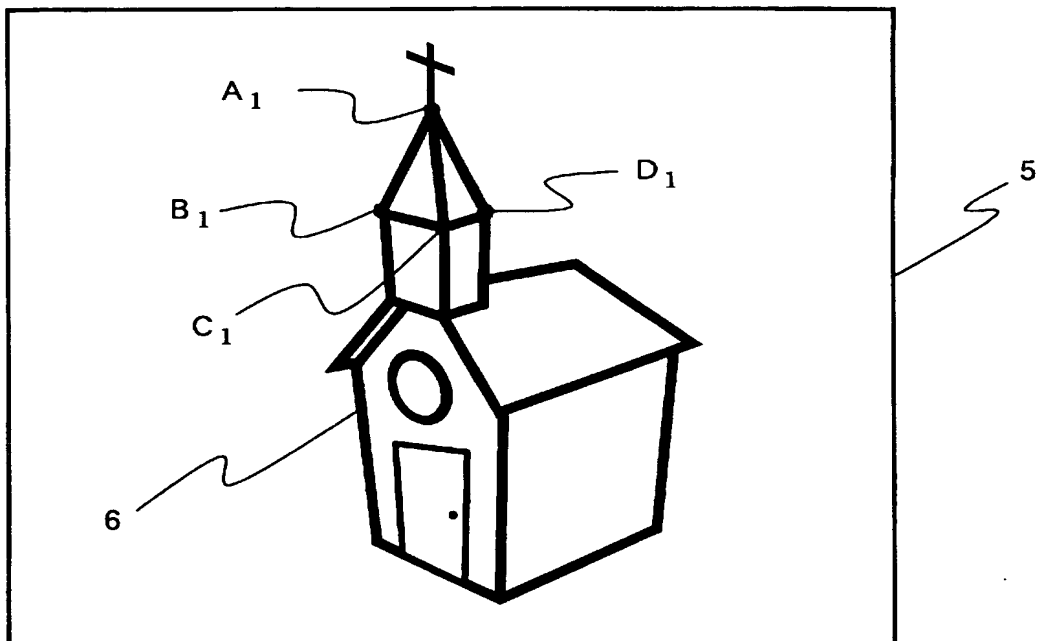
### 請求の範囲

- [1] 上下方向複数の位置からデジタルカメラで対象物を撮影し、撮影した複数の画像における対象物上の複数の計測点の位置と前記複数の撮影点の高低差に基づいて、該複数の計測点の間の長さ、または該複数の計測点で囲まれる部位の面積または体積を求めることを特徴とする非接触三次元計測方法。
- [2] 三脚の雲台にデジタルカメラを取り付け、雲台を上下移動させて複数の位置から対象物を撮影し、撮影した複数の画像と複数の撮影点の高さ情報をコンピュータに入力し、コンピュータに付属するディスプレイ上にて、前記複数の画像中の一つの画像で対象物上の複数の計測点をクリックして、コンピュータに演算を行わせることを特徴とする請求項1に記載の非接触三次元計測方法。
- [3] 対象物を撮影するための1台のデジタルカメラと、該カメラを上下移動させて撮影点を固定するためのカメラ上下移動固定装置と、複数の撮影点の高さ情報および撮影した複数の画像に基づいて、対象物上の複数の計測点の間の長さ、または該複数の計測点で囲まれる部位の面積または体積を求めるためのコンピュータと、該コンピュータに付属し前記画像を表示するとともに計測点をクリックして所定の演算開始を指示するためのディスプレイとで構成されることを特徴とする非接触三次元計測装置。
- [4] カメラ上下移動固定装置が、三脚と上下移動可能な雲台からなることを特徴とする請求項3に記載の非接触三次元計測装置。

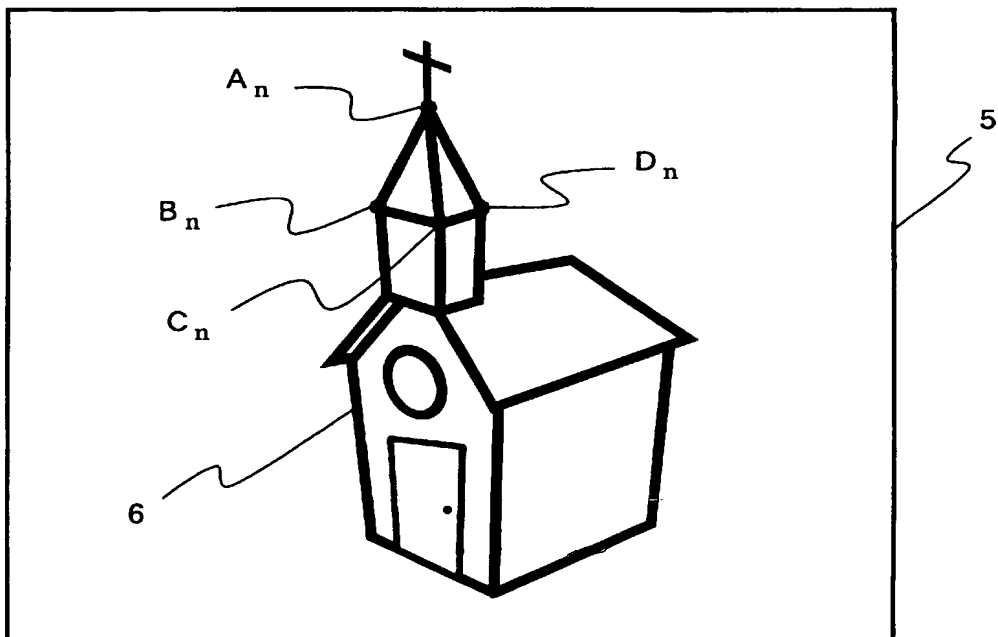
[図1]



[図2]



[図3]





# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/017839

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> G01C11/06, G01B11/28

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> G01C11/00-11/06, G01B11/00-11/28

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 11-325895 A (Asia Air Survey Co., Ltd.), 26 November, 1999 (26.11.99), Full text; all drawings (Family: none)	1-4
Y	JP 8-201023 A (Minolta Co., Ltd.), 09 August, 1996 (09.08.96), Par. Nos. [0039] to [0048] (Family: none)	1-4

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
25 February, 2005 (25.02.05)

Date of mailing of the international search report  
15 March, 2005 (15.03.05)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/017839

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CD-ROM of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 8733/1992 (Laid-open No. 69495/1993) (Nihon Belbon Seiki Kogyo Kabushiki Kaisha), 21 September, 1993 (21.09.93), Full text; all drawings & US 5341185 A1 & CA 2090533 A	2, 4
A	JP 6-347220 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 20 December, 1994 (20.12.94), Full text; all drawings (Family: none)	1-4

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> G01C11/06, G01B11/28

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> G01C11/00-11/06, G01B11/00-11/28

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2005年

日本国実用新案登録公報 1996-2005年

日本国登録実用新案公報 1994-2005年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	J P 11-325895 A (アジア航測株式会社) 1999. 11. 26, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-4
Y	J P 8-201023 A (ミノルタ株式会社) 1996. 08. 09, 段落【0039】-【0048】 (ファミリーなし)	1-4

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

25. 02. 2005

国際調査報告の発送日

15. 3. 2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

岡田 卓弥

2S

3100

電話番号 03-3581-1101 内線 3256

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	日本国実用新案登録出願 4-8733 号 (日本国登録出願公開 5-69495 号) の願書に添付した明細書及び図面の内容を記録した CD-ROM (日本ベルボン精機工業株式会社) 1993. 09. 21, 全文, 全図 & US 5341185 A1 & CA 2090533 A	2, 4
A	JP 6-347220 A (住友電気工業株式会社) 1994. 12. 20, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-4